

항공기 시뮬레이터 기술의 현재

윤 석 준

한국항공우주산업진흥협회 시뮬레이터 협의회

개 요

본 기고는 시뮬레이션 기술 분류 중 Virtual Simulation, 그 중에서도 항공기 시뮬레이터 기술에 초점을 맞추고자 한다. 항공기 시뮬레이터 기술이 시뮬레이션 전체 분야에서 차지하는 비중과 현재의 위치를 객관적으로 이해하기 위하여 시뮬레이션 기술이란 무엇인가 하는 원론에서부터 출발한다. Virtual, Constructive, Live 등의 시뮬레이션 기술들을 간략히 소개하며, 이들 기술의 변천을 SIMNET(SIMulator NETWORKing), DIS(Distributed Interactive Simulation), ALSP(Aggregate Level Simulation Protocol), HLA(High Level Architecture) 등의 프로그램들을 통하여 살펴본다. 항공기 시뮬레이터 기술은 Virtual 시뮬레이션 기술의 발원으로서 1930년대 이후로 시뮬레이션 기술 전반을 선도하여 왔는데, 그 진화 과정을 간추려 언급한다. 또한, 항공기 시뮬레이터를 구현하기 위한 기술들을 간략히 살펴보고, 그 기술들을 선도하는 네덜란드 Delft 대학의 SIMONA(SIMulation, MOtion and NAVigation) 프로그램과 미국 국방성, 산업체, 학계, 연구소 등을 중심 축으로 하는 NCS(National Center for Simulation)를 소개함으로써 항공기 시뮬레이터는 물론, 시뮬레이션 기술 전반의 미래를 가늠한다. 마지막으로 항공기 시뮬레이터를 중심으로 하는 국내 시뮬레이터 기술 수준과 산업 현황을 간추려 소개한다.

I. 시뮬레이션 기술의 정의

시뮬레이션(simulation)이란 “the imitative representation of the functioning of one system or process by means of the functioning of another”라고 Webster 사전에 정의되어 있다. 즉, 시뮬레이션이란 어느 시스템이나 공정의 기능을 다른 수단을 활용하여 모의 구현함을 의미한다. 시스템이나 공정의 기능을 표현하기 위하여 우리는 모델(model)을 사용하게 되는데, 모델이란 모델의 대상을 우리가 직접 접촉하지 않고도 이에 관련한 정보를 교환할 수 있도록 하는 상징화된 언어의 집합이다. “상징”이라는 단어가 내포하듯이 모델링(modeling)은 그 대상의 모든 측면을 표현할 수 없으며, 함축화 하는 절차를 반드시 수반한다. 시뮬레이션 정의에서의 “다른 수단”으로는 컴퓨터와 컴퓨터 언어가 주로 사용된다.

시뮬레이션 기술을 분류하는 방법에는 여러 가지가 있을 수 있다. 시뮬레이션이 실제의 현상이 일어나는 시간대와 동일한 시간 내에 수행되느냐에 따라 실시간과 비실시간으로 분류할 수 있고, 시뮬레이션의 용도가 연구 개발용이나, 교육 훈련용이나, 오락용이나에 따라 시뮬레이션의 종류를 분류하는 방법도 있다. 시뮬레이션에 실제의 하드웨어나 사람이 그 일부로 포함되느냐의 여부에 따라 Hardware-In-the-Loop Simulation과 Man-In-the-Loop Simulation을 단순 시뮬레이션과 분리할 수도 있을 것이다. 하지만, 항공기의 조종사 훈련용 시뮬레이터나 war game과 같은 군사용 시뮬레이션 등을 다루는 시뮬레이션 공동체에서 정

의하는 방식은 통상 virtual, constructive, live 등의 3가지 분야로 나누는데, 여기에서는 이 방식을 따라 시뮬레이션의 특성을 설명하고자 한다. 일반에게 서로 이질적인 것들로 인식되어온 virtual, constructive, live 등의 시뮬레이션 기술들에 대하여 좀 더 깊숙이 접근해 보자.

Virtual Simulation

Virtual simulation은 항공기의 조종사 훈련용 시뮬레이터나 소위 가상 현실(Virtual Reality) 기술로 대표된다. 즉, virtual simulation이란 가상의 세계를 창출하여 실제의 사람이 훈련, 오락, 연구 등의 목적으로 활용하는 시뮬레이션 기술이라 하겠다. 가상의 세계는 인간이 손으로 감각할 수 있는 하드웨어로 구성될 수도 있고, 가상 현실 기술에서처럼 컴퓨터에 의하여 생성된 순수 가상의 세계일 수도 있다. 이 virtual simulation의 효시는 1927년과 1929년 사이에 제작된 Edwin Link의 조종사 모의비행훈련장치인 “Link Trainer”로 통상 인정된다. Link의 Link Trainer를 virtual simulation의 효시로 인정하는 이유는 모델과 시뮬레이션이라는 개념이 원시적인 형태이기는 하나 진정으로 도입되었기 때문이다. 비행훈련용 시뮬레이터를 강력한 추진 축으로 하여 analog, hybrid, digital computer의 시대를 거치며 그 적용범위를 항공기에서부터 다양한 분야로 확대하고 구현기술을 비약적으로 발전시켜 온 virtual simulation 영역은 오늘날까지도 시뮬레이션 기술 전반에서 가장 중요한 위치를 차지하고 있다.

Constructive Simulation

2차 대전이 막바지에 이르고 있던 1940년대 중반에는 또 다른 형태의 시뮬레이션 기술이 영국에서 탄생하고 있었다. Operations Research로부터 출발한 constructive simulation이 바로 그것인데, 주로 지상 전투의 war gaming simulation으로 발전하여 왔고, 1980년대 초반에 이르러는 해군과 공군으로까지 확장되어 전체 군의 전력 분석용 시뮬레이션 기술로 성장하였다. 부대 단위의 시뮬레이션에서 시작된 war game 또는 constructive simulation은 대규모 군 대 군의 단위로 확장되었고, 나중에는 다수의 전쟁 모델을 동시에 시뮬레이

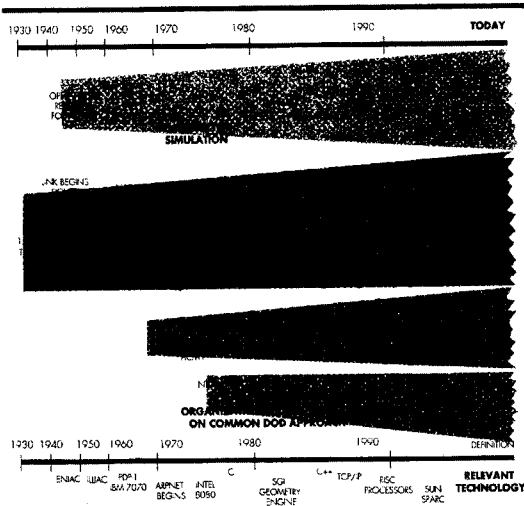
션 할 수 있도록 세부 내역과 모델들의 동기화까지 수용하게 되었다. 이러한 발전은 ALSF (Aggregate Level Simulation Protocol)로 연결되며, 모델 개발자와 사용자의 연합을 유도하였다. ALSF연합의 주목적은 전투 시뮬레이션을 통하여 결정권자(decision-makers)들을 훈련시키는 것이었다.

Live Simulation

Live simulation은 virtual simulation이나 constructive simulation과는 또 다른 형태의 시뮬레이션 영역으로 3가지 시뮬레이션 중 가장 뒤늦은 1970년대에 시작되었다. 이 시뮬레이션은 1970년대 미 해군의 Top Gun school로부터 유래되었는데, 실제의 장비와 실제의 인력을 활용한다. ACMI (Air Combat Maneuvering Instrumentation) 시스템이 좋은 예가 될 수 있는데, 전투기 조종사들의 훈련을 위하여 적군과 아군으로 나누어 실제 전투 상황과 같은 공중 교전을 연출한다. 단, 기총이나 미사일이 발사되지 않고, 이에 해당하는 데이터가 무선통신을 통하여 지상의 중앙 컴퓨터에 전달되고, 적기에 대한 격추 여부가 시뮬레이션을 통하여 산출되어 적기에 역시 무선으로 전달되는 것이다. 이러한 전투 상황은 중앙 컴퓨터에 의하여 통제되고 컴퓨터 그래픽스의 기술을 동원하여 시현 됨으로써 virtual simulation을 통한 훈련보다는 한 차원 실제 상황에 근접하는 무대를 연출한다. 이러한 live simulation 기술은 Red Flag나 ACMI로 발전하였고, 1980년대에 접어들어 육군의 훈련을 위해서도 활용되기 시작하였다.

II. 시뮬레이션 기술의 변천

시뮬레이션이라는 기술이 1930년대 이후로 빛을 발하기 시작한 이래로 지금까지 항상 이 기술을 가장 활발히 활용하고, 가장 까다로운 요구 사항으로 이 분야의 기술 수준을 선도하여 온 사용자는 미국의 육군, 해군, 공군이다. 과거 30여년간 이들



(그림 1) 시뮬레이션 기술의 발달사

은 컴퓨터 합성 환경(computer-generated synthetic environment)을 계속 발전시켜 안전도가 떨어지거나, 재정적으로 위험도가 높거나, 까다롭고 복잡한 업무의 훈련에 투입하여 인력을 효과적으로 양성하여왔다. SIMNET(Simulator NETworking)이 시작된 1983년까지도 미 국방성(DoD : Department of Defense)은 훈련용 시뮬레이터를 비행이나 사격 또는 조준과 같은 기술을 개인 차원에서 훈련시키기 위한 독립적인 고 정밀도의 장치로 인식하여 왔다. 이러한 고급 장비들은 지금까지도 개별적인 훈련에 매우 긍정적인 역할을 담당하고 있으며, 실제 장비의 훈련을 상당 부분 대체하는 효과를 가져왔다. 하지만, 이러한 고가의 장비들은 시간당 훈련비용 면에서 낭비적인 요소를 여전히 안고 있고, 보다 중요한 전략과 작전과 같은 팀 차원의 훈련을 담당하지 못한다는 한계를 갖는다. 이러한 목적으로 활용되는 훈련 방식으로는 war game과 실제 작전 훈련이 있는데, war game의 경우는 지휘관에 초점이 맞추어져 있고 현실감이 떨어지는 비실시간 시뮬레이션이며, 실제 작전 훈련은 병력의 수송, 훈련 계획, 비유, 안전, 보안, 후속 지원, 환경 등의 면에서 난제가 산적해 있다. 즉, 개인이 아닌 팀 훈련을 위하여 war game 보다 효과적이고, 실제 작전 훈련 보다 현실적인 훈련 방식의 필요성이 미 국방성에 대두

되었고, 이 필요성은 SIMNET 프로그램을 탄생시키게 된 계기를 만들었다.

SIMNET 프로그램의 성공은 이후의 DIS(Distributed Interactive Simulation), ALSP(Aggregate Level Simulation Protocol), HLA(High Level Architecture)로 이어지는 고급분산 시뮬레이션(ADS: Advanced Distributed Simulation)의 가능성을 제시하였다. Virtual, constructive, live 등 다른 종류의 시뮬레이션들과 다양한 컴퓨터 플랫폼, 통신 매체들로 구성된 대규모의 유연한 합성 환경(synthetic environment)을 창출하여 팀의 합동 훈련은 물론 무기체계 전반의 획득, 운용, 후속 지원, 연구 개발의 전 과정을 일관성 있고 효과적으로 관리하고자 하는 고급분산 시뮬레이션에 대한 미국 국방성의 노력과 자신감은 바로 이 SIMNET 프로젝트의 성공을 바탕으로 하는 것이다. 다음은 시뮬레이션 기술 전반을 선도하여온 주요 프로그램들에 대한 요약이다.

SIMNET 프로젝트

미 국방성 산하의 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)가 주도하여 1983년에 시작하여 1989년에 막을 내린 SIMNET 프로젝트는 시뮬레이션 계통에서나 미 국방성에서 수행한 여러 핵심 사업 중에서도 매우 중요하고 획기적인 프로그램이었다. 동일한 컴퓨터 플랫폼(platform)을 기반으로 한 수백 대의 탱크 시뮬레이터들이 동일한 장소에서 지역통신망(Local Area Network : LAN)으로 연결되어 가상의 공간을 창출함으로써 팀 차원의 전술 및 작전 훈련을 치밀한 사전 준비와 계획하에 성공적으로 수행할 수 있었다. 대당 약 \$250,000 정도의 저급 시뮬레이터들은 운동판(motion platform)을 장착하지 않았을 뿐 아니라, 영상장치도 320 X 128 pixel의 저해상도에 화면 갱신율이 15Hz에 불과하였고, 조종장치도 약식으로 처리하였으며 조종실(hull) 내 장도 fiberglass로 단순히 처리하였다.

DIS(Distributed Interactive Simulation)

SIMNET 프로젝트가 종료된 해인 1989년 5월에는 SIMNET에서 배운 경험을 토대로 사람이 조종하는 단순 탱크 시뮬레이터 간의 통합 환경하에

서 수행하는 팀의 훈련 차원을 벗어나, 그 개념을 어떻게 진일보시킬 수 있을 것인가 하는 주제로 심포지움이 개최되었다. 그 해 후반에는 미국 Florida의 Orlando에서 국방 시뮬레이션 간의 상호운용성(Interoperability)을 지원하기 위한 표준을 탐구하기 위하여 워크샵이 개최되었고, 이 워크샵은 1년에 2회 개최되는 일련의 DIS (Distributed Interactive Simulation) 워크샵으로 96년까지 이어졌다. 초기의 워크샵은 SIMNET을 주도하였던 DARPA가 후원하였으나, 곧 미 육군의 STRICOM(Simulation, Training, Instrumentation Command)으로 후원 기관이 대체되었고, University of Central Florida의 부설 기관인 IST (Institute for Simulation and Training)가 워크샵의 기술과 행정을 실질적으로 지원하게 되었다. 그 결과 1990년 6월에는 시뮬레이션들 간의 주고 받는 데이터(PDU: Protocol Data Unit)에 대한 형식과 내용이 포함된 DIS 표준의 청사진이 발표되었다. 이 초안은 이후 업계, 정부, 학계 등의 참여를 통한 무수한 토론과 개정을 거쳐 1993년에 IEEE 1278-1993으로 공인되었다.

ALSP(Aggregate Level Simulation Protocol)

항공기 시뮬레이터와 같은 실시간 virtual simulation을 중심으로 하여 live simulation과 constructive simulation들을 접목하며 가상 공간의 영역을 확장해 가던 DIS와는 달리 discrete event simulation을 위주로 집단 단위의 분산 워게임(distributed war game)을 시도하는 시험이 DIS 워크샵들이 첫 단추를 끼우던 1989년 가을에 시행되었다. DARPA가 후원을 한 ACE-89라 명명된 이 시험은 집단 단위의 분산 워게임의 가능성을 제시하였으나, 기술적인 단점들을 표출하였다. DARPA는 이러한 종류의 시뮬레이션들간의 상호운용성 문제를 해결하는데, SIMNET의 기본 원칙들이 적용될 수 있는가를 검토하기 시작하였고 SIMNET의 분산 컴퓨터(no central node), 지리적 분산 (geographic distribution), 오브젝트 소유권(object ownership), 메시지식 규약 (message-based protocol) 등 4가지 기저 원칙들은 constructive simulation에도 그대로 적용될 수

있음이 확인되었다. 하지만, 실시간 virtual simulation과의 기본기술상의 상이점 등 다양한 사유로 인하여 constructive simulation의 상호운용성을 위해서는 시간 관리(time management), 데이터 관리(data management), 구조 (architecture) 상의 요구사항들이 추가로 적용되어야 함이 드러났다. 이러한 ALSP 개념을 진전시키기 위하여 1990년 12월에는 학계, 산업체, 정부의 시뮬레이션 전문인력들의 컨소시엄 형태로 구성된 Interface Working Group이 결성되었고, 1991년 1월에는 WPC의 지상 전투 시뮬레이션인 GRWSIM의 여러 copy로 구성된 연합체(confederation)의 원형이 시연 되었으며, 그 해 6월에는 GRWSIM과 미 공군의 공중전 시뮬레이션인 AWSIM 등 2가지 다른 시뮬레이션들을 묶는 시도가 있었다. 이외에도 ALSP개념을 적용시키고 발전시키기 위하여 다양한 constructive simulation들의 연합 프로그램들이 시행되었는데, 이 중에는 미군과 한국군의 합동 작전 훈련인 1992년 8월의 울지 포커스 (Ulchi Focus Lens)가 포함된다.

High Level Architecture

1990년에 접어들며 미 국방성은 광범위한 영역에서 모델링과 시뮬레이션 기술을 적용할 필요성을 절감하게 되었다. 이 영역에는 단순 훈련을 넘어 연구 개발, 획득, 시험 평가, 개념 시연 등이 모두 포함된다. 이러한 활동을 조직적으로 지원하기 위하여 미 국방성은 DMSO (Defense Modeling and Simulation Office)를 같은 해에 결성하게 되었고, 이후 DMSO는 미 국방성이 모델링과 시뮬레이션 기술의 개발과 지원을 전세계적으로 선도하는데 중추적인 역할을 담당하게 된다. 미 국방성은 DIS와 ALSP를 통하여 배운 경험과 기술적 진보를 기반으로 모든 종류의 M&S (Modeling & Simulation)의 상호운용성을 보장하기 위한 골격을 제공하는 통합된 고급분산시뮬레이션 (ADS: Advanced Distributed Simulation)을 시도하게 되었고, 수많은 원형(prototype) 제작 활동을 거쳐 마침내 High Level Architecture (HLA)가 1996년에 탄생되었다. 이 HLA는 미 국방성의 최우선 과제로 선정되었으며, 미 국방성을 통하여 수행되

는 추후의 모든 훈련 체계 획득은 HLA와의 호환성이 절대적으로 요구될 것으로 알려지고 있다. 또한, 그 영향권에는 대다수의 일반 상용 및 오락용 시뮬레이션들도 포함될 것으로 예상된다.

III. 항공기 시뮬레이터 관련 기술의 진화와 현재

항공기 시뮬레이터의 진화과정은 시뮬레이션 기술 전반의 발달과 맥을 같이 한다. 1930년을 전후로 한 Link의 항공기 시뮬레이터 개발은 시뮬레이션 기술의 시작을 의미하였고, 이후 컴퓨터 기술의 발달을 선도해 온 항공기 시뮬레이터 관련 기술들은 오늘에 이르기까지 시뮬레이션 기술 전반을 주도하고 있기 때문이다. 항공기 시뮬레이터의 진화 과정을 간추려 정리한다면 대략 Link의 시뮬레이터 시대 이전과 이후 그리고 디지털 컴퓨터 시대의 도래 이후로 분류할 수 있다. 다음은 시대별 진화 과정의 요약이다.

초창기 모의비행훈련장치(1910~1930)

Wright 형제가 1903년 최초의 동력비행을 성공시킨 이후로 특별한 자동제어장치가 없던 당시의 동력비행에서 조종사가 기본 기계식 조종장치를 사용하여 비행기의 평형을 유지하는 기술이 중요함을 인식하게 되었다. 1910년을 전후로 하여 등장한 다양한 비행훈련장치들은 지상에 고정된 실제 항공기 또는 모사 장치를 활용하여 외란(disturbances) 하에서 조종사가 평형을 유지하는 방법을 훈련하는 방식을 채택하였는데, 외란은 초

기에 바람 또는 교관의 조작에 의해 생성하였으며 후에 compressed air actuator를 적용하기도 하였다. 한편, 항공기의 거동과 비행 환경을 수학적으로 모델링하는 기술과 기계적 연산장치가 20년대 초반에 구현되었으나, 이들이 결합된 형태로 시도되지는 못하였다.

Link Trainer(1930~1940)

미국 뉴욕주의 Binghamton시에서 organ 제작을 기업으로 하던 집안에서 태어난 Edwin Link는 경험에 기초한 모델링과 시뮬레이션 개념을 적용하여 1929년에 Link Trainer의 초기 모델을 완성하였다. 그는 organ 제작에 사용되는 기학(pneumatics)기술에 능숙하였고, 이 기술을 비행계기의 구동에 활용하였다. Link Trainer의 최초 판매는 당시 조종사들의 불신으로 훈련용으로 이루어지지 못하였고, 20년대 말에 놀이공원의 오락용으로 이루어졌다. 그의 끈질긴 노력으로 1934년 6월 미 육군 항공대가 6대의 Link Model 'A' 도입을 결정하였고, 우리는 이를 항공 시뮬레이션 산업의 태동으로 인정하고 있다. Link Model 'A'는 기계식 또는 기학(pneumatics)으로 작동되는 비행계기와 magnetic compass를 장착하였으며, 수평상으로 360° 회전이 가능하였다. Edwin Link는 훈련장치를 계속 개량하였고, 1941년에 이르러는 일본과 독일을 포함한 35개국에서 Link Trainers를 사용하게 되었다. 2차 대전 중에는 연합국의 약 50만 비행사가 이 "Blue Box"로 배출되었으며, 동 모델이 10,000대 이상 팔리는 등 Link 시뮬레이터 전성시대가 개막되었다.

Analog Simulator 시대(1940~1960)

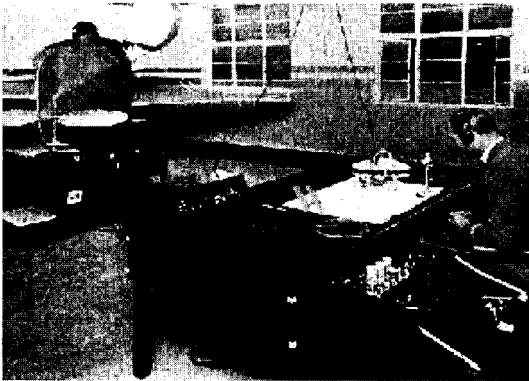
1930년대 말엽 이후 Hurricane, Spitfire 등 정교하고 복잡한 신형 항공기의 출현으로 특정 항공기를 보다 엄밀하게 시뮬레이션하여 교육할 수 있는 훈련장치의 필요성이 대두되었다. 항공기 거동의 수학적 모델을 기학식(pneumatic) 또는 전자식(electronic) 또는 전자기계식(electromechanical) 연산장치를 통하여 시뮬레이션하기 시작함에 따라 진정한 의미의 계기비행훈련이 가능하게 되었다. 산업적인 측면에서는 Curtis-Wright, Link 등 시뮬레이터 전문 제작업체들의 출현으로 훈련용 시



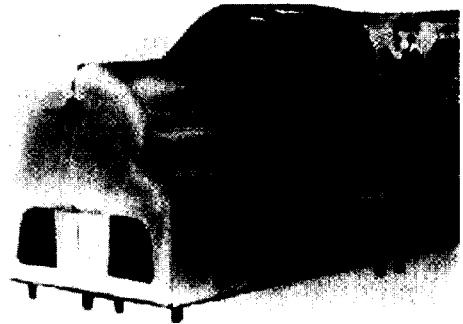
〈그림 2〉 Antoinette's apprenticeship, 1910

〈표 1〉 초창기 비행훈련용 시뮬레이터

년 도	모델/제작자	특 징
1910	Sanders Teacher	개조된 항공기가 지상에 연결된 univelarsal joint위에 장착되었으며, disturbances는 바람과 돌풍에 의존함.
1910	Eardley Billing(영국)	Sanders Teacher의 변형.
1917	Gabardini(이태리)	Sanders Teacher의 변형.
1910	Walters' machine	한 명의 교관이 disturbances 생성.
1910	Antoinette's apprenticeship	두 명의 교관이 disturbances 생성.
1917 1918	Lender & Heiedlberg	Sensors, actuators, 연산장치 등을 활용하여 속도 효과도 시뮬레이션.



〈그림 3〉 Link Trainer를 이용한 조종사 훈련



〈그림 4〉 Link의 C-11, 1949

운동판 등의 분야에서 획기적인 성장을 하였다.

플레이터의 제작이 산업의 한 분야로 자리 매김을 하게 되었다.

Digital Simulator 시대(1960~현재)

1943년 미 해군은 MIT Servo mechanisms Lab에 개발용과 훈련용을 겸할 수 있는 비행 시뮬레이터(Airplane Stability and Control Analyzer)의 개발을 의뢰하였고, 이는 digital 방식의 Whirl Wind Computer를 탄생 시키는 계기가 되었다. U. of Pennsylvania는 1950년에 Universal Digital Operations Flight Trainer 프로젝트를 착수하였으며, 1960년에 Sylvania사가 제작에 참여하여 비행 운동방정식을 digital 방식으로 시뮬레이션 하는데 성공하기도 하였다. 1960년대 초반에는 Singer-Link사는 Mark I, Mark II, GP-4 등의 특수 용도의 digital computer를 개발하여 DC-9 시뮬레이터를 제작하였다. 정밀하고 복잡한 수학적 모델의 시뮬레이션이 가능하여졌고, 교관석, 특수효과, 영상장치,

IV. 항공기 시뮬레이터 구현 기술

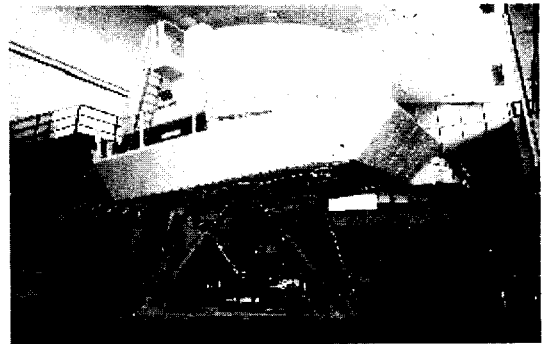
항공기 시뮬레이터를 구현하는 기술은 여타 시뮬레이터와 마찬가지로 모델링 기술과 시뮬레이션 기술로 대별된다. 모델링의 대상은 항공기의 거동과 비행 환경이 주를 이룬다. 항공기의 거동을 수학적으로 표현하기 위하여 조종장치, 엔진 등의 항공기를 구성하는 각 하부 시스템이 모델링 되어야 하며, 조종석의 각종 계기와 장비에 대한 모델링도 이루어진다. 최신예 항공기들의 경우는 항법과 비행 또는 무장에 관련하여 상당 부분 전자 장비들로 채워지는데, 이 경우에는 필요에 따라 시뮬레이션이 아닌 stimulation기술이 적용되기도 한다. 여기서 stimulation이란 주어진 시스템에 대한 수학

〈표 2〉 Analog 컴퓨터 방식의 비행훈련용 시뮬레이터

년도	모델명	제작자	특징
1940	Silloth Trainers	Automatic Player Piano Actions Ltd.(영국)	경험적 모델에 개학 연산 방식을 적용하여 개발된 Lockheed Hudson 시뮬레이터.
1941	Radar Trainer	Telecommunications Research Est.(영국)	항공기의 종운동에 대한 수학적 모델을 전자식(electronic) 컴퓨터로 시뮬레이션.
1943	PBM-3 Trainer	Bell Telephone Labs (미국)	최초로 특정 항공기의 공기역학적 특성을 전자식 컴퓨터로 시뮬레이션.
1949	C-11/Linktronic	Link(미국)	최초의 제트 항공기 시뮬레이터로 1,000대 이상이 판매됨. 대한민국 공군도 사용.
1950	B50 Trainer	Curtiss-Wright(미국)	미국 공군이 사용
1957	Viscount 724 Trainer	Air Trainers Ltd.(영국)	캐나다 공군의 시뮬레이터로 전기 모터, 기어, 풀리, 레버, 캠 등으로 구성된 전자기계식(electro-mechanical) 컴퓨터 사용.

적 모델을 일반 컴퓨터상에서 구현하는 방식이 아닌 시스템으로의 입력 신호를 simulation으로 생성하여 항공기 비행통제장치와 같이 항공기에 실제로 탑재되는 시스템을 시뮬레이터의 구성부품으로서 구동하는 기술을 의미한다. 비행 환경에는 항공기의 운영 환경이 되는 대기와 돌풍, 난류, 날씨 등이 포함되며, 통신과 항법에 관련된 지상 기지의 시설물이나 인적 자원도 이 범주에 속한다.

시뮬레이션 기술에는 항공기와 관련한 각 모델을 사용하여 컴퓨터상에서 총체적인 비행 특성을 실시간으로 구현하기 위한 실시간 컴퓨팅, 통신, 컴퓨터 그래픽스, 입출력 드라이버 등의 소프트웨어 기술과 유압장치, 전기 모터, 디스플레이, 각종 기계적 구동장치 등을 위시한 하드웨어 기술이 망라된다. 항공기 시뮬레이터는 주컴퓨터 및 입출력장치(Host Computer and I/O Interfaces), 조종석(Cabin), 영상장치(Visual System), 운동판(Motion Platform), 교관석(Instructor Operation Station) 또는 중앙통제실(Control Station) 등으로 구성되는데, 각종 시뮬레이션 기술들은 이 하부 모듈들의 제작과 이들을 연합하여 실제 대상 항공기의 비행 특성과 환경을 엄밀하게 실시간으로 구현하는데 사용된다. 특히, 민간 항공기에 대한 훈련용 시뮬레이터의 경우에는 통상 미국 Federal Aviation Administration에서 수십 년에 걸쳐 진



〈그림 5〉 최신 민간용 및 군용 항공기 시뮬레이터

화 시킨 관련 규정인 AC120-45A, -40B 등으로 시뮬레이션의 엄밀성을 정량화 시키고 있고, 그 엄밀도를 11단계로 나누어 단계별로 훈련 가능한 비행 기술과 인정되는 비행 시간을 규정하고 있다.

V. 국내외 시뮬레이션 기술의 현황

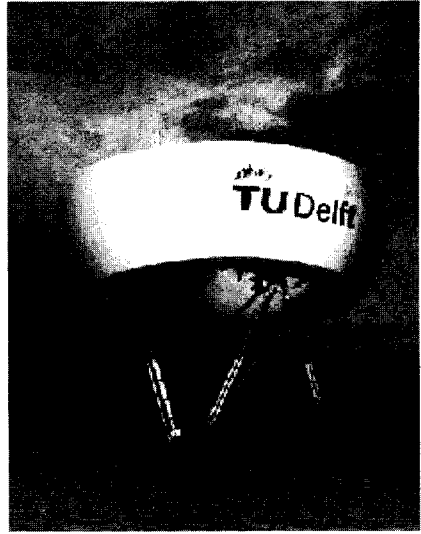
항공기 시뮬레이터를 위시하는 virtual simulation 기술의 현 주소를 파악하기 위하여 이 분야의 기술을 선도하는 네덜란드 Delft 대학의 SIMONA 프로그램과 미국 국방성과 각군 그리고 산학연이 주도하는 NCS(National Center for Simulation)를 살펴보고, 국내의 관련 기술과 산업을 소개한다.

SIMONA 프로그램

네덜란드의 Delft시에 위치한 Delft University of Technology는 유럽의 시뮬레이션 기술 센터를 꿈꾸며 1996년 SIMONA(Simulation, MOTion and NAVigation) 프로그램을 출범시켰다. 주요 연구대상으로 simulation technique, Human-machine interface, motion control, navigation system 등을 표방하고 있으며, Delft 대학 내의 기계, 해양, 항공, 전기 공학 학과들이 공동 연구를 수행하고 있다. 네덜란드 정부의 교육-문화-과학부와 산업계가 US\$ 13M 이상 출자하여 설립되었으며, 항공기, 자동차, 선박 등을 대상으로 한 다목적 차량 시뮬레이터를 주요 시설물로 하고 있다.

NCS(National Center for Simulation)

1997년 11월 3일 미국 Florida주의 주지사인 Lawton Chiles는 시뮬레이션 기술과 산업을 본격적으로 지원하기 위하여 Orlando시의 Central Florida Research Park를 “National Center for Simulation(NCS)”이라 공개적으로 명명하였다. 이 연구단지는 이미 60년대 이후로 미 해군과 육군의 NAWCTSD, STRICOM와 같은 정부와 군의 시뮬레이션 기구들이 자리를 잡기 시작하였고, 군사업과 우주 프로그램 관련 기술들에 대한 수요로 1997년 현재 약 140개에 이르는 시뮬레이션 관련 업체들이 소재하리 만큼 최소한 미국의 시뮬레이션 중심 축으로서 손색이 없다. 게다가 Institute for Simulation & Training(IST)를 보유하고 있는 University of Central Florida가 주변에 위치하고 있어 그야말로 산.학.연.군.관의 시뮬레이션 중심 축으로서 천혜의 여건을 갖추고 있다고 할 수 있



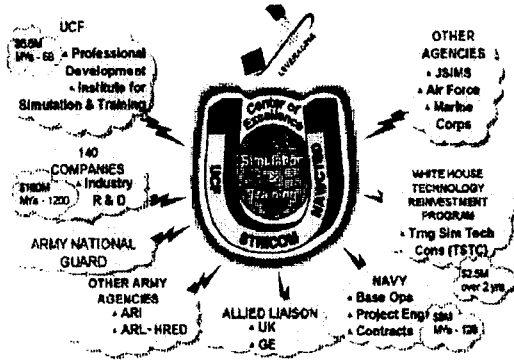
〈그림 6〉 SIMONA 시뮬레이터

다.

NCS의 성격을 파악하기 위해서는 두 가지 용어에 관심을 가질 필요가 있다. 그 중 첫째가 Team Orlando Charter인데, 이미 1985년에 정부와 산업체, 학계 등은 시뮬레이션 관련 정보를 공유하고, 기술 과 프로그램을 지렛대로 하여 미 국방성과 납세자의 이익을 극대화할 것을 서약한 바 있고, 1997년 1월에 이를 Team Orlando Charter로 재천명하였다. 이 현장에는 육군의 Simulation, TRaining & Instrumentation COMmand (STRICOM), 해군의 Naval Air Warfare Center Training Systems Division(NAWCTSD), 공군의 Air Force Agency for Modeling & Simulation (AFAMS), 해병대, University of Central Florida의 IST 등의 기관장들과 육.해.공 합동 프로그램인 Joint SIMulation System(JSIMS) 과장 과 Training & Simulation Technology Consortium (TSTC) 소장이 서명하였다. 실제로 NCS는 이들을 중심으로 태동되었고, 그 중 TSTC가 NCS를 주도하는 행정 기관이라 할 수 있다.

국내의 관련 기술과 산업

우리 군은 일찍이 미국 공군과 육군으로부터 많은 장비와 기술을 이양 받았다. 시뮬레이션 계통에



(그림 7) NCS 구성원

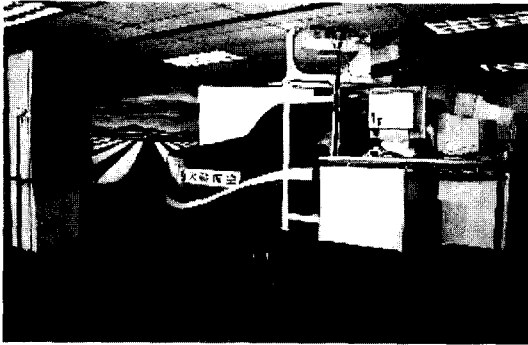
서도 국내에 시뮬레이션 기술의 싹이 트기도 전에 군은 이미 세계에서 가장 선진 시뮬레이션 기술을 향유하고 있던 미국 공군과 육군의 장비와 기술을 한 세대 뒤져서나마 전수 받았다. 육군에서는 다양한 war game들을 한미 연합 작전 훈련 등을 통하여 경험한 바 있고, 헬리콥터 조종사 훈련용 시뮬레이터도 미 육군으로부터 80년대 이전에 인수 받아 운영해 왔다. 공군에서는 'Link'라 통칭되는 비행 훈련 장비를 미 공군으로부터 이미 60년대에 이양 받은 바 있다. 이들 이외에도 우리 군은 고군이 자체 보유하고 있는 훈련기 및 전투기에 대한 훈련 장비를 운영하고 있으며, 신규 도입 항공기에 대한 훈련 장비의 도입을 서두르고 있다. 이처럼 우리 군은 비교적 낮은 등급의 모의 훈련 장치로부터 최첨단, 최고급 시뮬레이터에 이르기까지 운용 차원에서의 시뮬레이션 경험은 가히 국제적인 수준에 버금간다고 할 수 있다.

민간 차원에서는 대한항공이 가장 오랜 시뮬레이터 운용 경험을 보유하고 있다. 1980년대 초반에 GAT III와 B727 시뮬레이터 도입을 시작으로 인천의 운항훈련원이 결성되었고, 운용과 정비 유지에서는 가히 세계적 수준에 이르렀다고 하여도 과언은 아니다. 대한항공은 A300-600, B747-400, B777, F100, MD82, Cheyenne 400, Frasca 등 다양한 훈련 장비를 보유하고 있으며, 체계적인 조종사 육성 과정에 시뮬레이터들을 적극 활용하고 있다. 아시아나 항공 역시 설립 이후 B747-400, B737, Frasca 등을 훈련에 도입하여 효율적인 조

종사 육성을 도모하고 있다. 그 밖의 민간 차원의 시뮬레이터 운용 경험은 한국전력의 원자력 발전소가 가장 앞서 있다. 원자력 발전소의 통제실 운영자 훈련용 시뮬레이터는 항공기 시뮬레이터와는 달리 비상시 실제와 동일한 동작을 하는 시스템 제어 장치의 역할을 겸할 수 있다. 이러한 이유로 해서 80년대 중반 이후의 국내에 설치된 거의 모든 원자력 발전 시설에 시뮬레이터가 설치되어 있는 것으로 파악된다. 또한, 부산의 해사기술연수원에서는 항해사들과 기관사들을 위한 ship bridge simulator를 80년대 말부터 운용하고 있다.

연구 개발 차원의 시뮬레이션 경험은 주로 대학교와 정부출연연구소와 기업체 연구소를 중심으로 찾아 볼 수 있다. Constructive simulation인 war game 영역은 고려대학 등을 중심으로 군의 관련 프로그램들을 수행한 바 있으며, virtual simulation에 대한 연구는 한국과학기술연구원, 국방과학연구원, 항공우주연구소, 기계연구원, 대한항공, 대우중공업, 삼성항공 등에서 활발히 진행되고 있다. 특히, 항공우주분야에서 시뮬레이터의 개발이 꾸준히 진행되고 있는데, KTX-1과 창공-91 시뮬레이터로 대표되며, 최근에는 F-5, KTX-2, KMH, 중형항공기 등의 연구개발용과 훈련용 시뮬레이터 개발 계획들이 세워지고 있다. 물론, 이러한 프로그램들 이전에도 서울대학교, 인하대학교 등에서 실험실 차원의 연구개발이 수행된 적이 있고, 그 중 일부는 자동차 운전교육용 시뮬레이터와 같이 실용화로 연결된 사례도 있다. 비항공 분야로는 이 밖에도 전동차 모의운전연습기와 CBT (Computer Based Trainer), ship bridge simulator, 위성 통제실 시뮬레이터, 감성공학측정평가용 시뮬레이터 등이 기계연구원, 한국과학기술연구원 등의 정부출연연구소들과 대한항공, 대우중공업 등의 대기업과 유니텍, 기아정보 등의 중소기업들을 통하여 개발되고 있다.

연구 개발 차원이 아닌 실무 부서에서의 운용을 위한 시뮬레이터의 제작도 역시 국내에서 산발적으로 수행되고 있는데, 삼성전자에서 원자력발전소 시뮬레이터를, 현대정공이 전차 운전자 시뮬레이터를, 기아정보는 전동차 시뮬레이터를, 대한항



〈그림 8〉 대한항공 개발 비행훈련용 시뮬레이터

공도 역시 전동차 시뮬레이터를 1997년 5월 현재 제작 중이거나 완료한 상태이다. 이처럼 연구 개발의 단계를 뛰어 넘어 곧바로 선진 기술의 이전에 의한 사업화를 도모하고 있는 기업체들도 있다.

시뮬레이션 관련 연구 모임과 전시회 등의 사정은 어떠한가? 국내에서도 선진 외국과 마찬가지로 시뮬레이션 학회와 연구회 그리고 전시회가 실존한다. Constructive Simulation 계통은 90년대 초에 설립된 “시뮬레이션 학회”를 중심으로 학문 교류가 이루어지고 있고, virtual 과 live simulation 계통은 93년에 시작된 “국제모의훈련체계세미나 및 전시회”를 주축으로 활동이 수행되고 있다. 국제적으로는 미국 AIAA의 “Modeling & Simulation Conference”와 I/ITSEC 그리고 “Simulation Conference”가, 유럽에서는 ITSEC과 “Make it Real”이, 호주에서는 “SIMTECT”가, 아시아에서는 “ITEC-Asia”가 시뮬레이션 관련 기술 교류의 장으로 활발하게 움직이나, 이들의 연혁 역시 우리와 마찬가지로 20년을 넘지 못한다. 즉, 시뮬레이션 관련 연구 모임이나 전시회만을 기준으로 할 경우 선진국과 15년 미만의 차이를 갖지만, 실제적인 활동면에서는 양적으로나 질적으로나 이러한 단순 산술 계산치 보다 훨씬 격차를 보인다.

참 고 문 헌

[1] 윤석준, “시뮬레이션 탄생과 최신 기술”, 항

공우주, 한국항공우주산업진흥협회, pp. 19-23, 1997. 6.

[2] 윤석준, “시뮬레이션의 최신 동향과 우리의 대응 방안”, 항공우주, 한국항공우주산업진흥협회, pp. 23-29, 1997. 7.

[3] “New Directions in Modeling and Simulation”, Aerospace America, AIAA, pp. 35-39, Jan. 1997.

[4] Bouwens C. and Zabek A., “An Evolution in Advanced Distributed Simulation”, Proceedings of 1997 AIAA Modeling and Simulation Conference, pp. 139-146, Aug. 1997.

[5] Fullford D., “Transitioning from DIS to the High Level Architecture(HLA)”, Proceedings of 1997 AIAA Modeling and Simulation Conference, pp. 147-153, Aug. 1997.

저 자 소 개

尹 錫 駿

1958年 7月 30日生, 1982年 2月 서울대학교 항공공학과 학사, 1984年 2月 서울대학교 대학원 항공공학과 석사, 1990年 8月 Univ. of Michigan, Aerospace Eng., 1990年 10月 8日 대한항공 항공기술연구원 수석연(시뮬레이터 그룹장), 1997年 4月 한국항공우주산업진흥협회 시뮬레이션 협의회 의장, 1997年 8月 America Institute of Aeronautics and Astronautics 모델링 및 시뮬레이션 분과 기술 위원, 1995年 9月 International Training Equipment Conference-Asia 운영 위원, 1996年 12月 대한항공 항공기술연구원 과제 책임자(지하철 전동차 시뮬레이터 개발, 부산시), 1991年 9月~1995年 8月 대한항공 항공기술연구원 과제 책임자(모의비행훈련용 시뮬레이터 개발, 통상산업부), 주관심 분야: Real-Time Simulation, Vehicle Dynamics, Flight Control & Dynamics